

PAT-NO: JP363310367A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63310367 A  
TITLE: SUPERCONDUCTING FIELD WINDING  
PUBN-DATE: December 19, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
NUMATA, SEIJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME HITACHI LTD	COUNTRY N/A
---------------------	----------------

APPL-NO: JP62145082

APPL-DATE: June 12, 1987

INT-CL (IPC): H02K055/04

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent quench of field winding, by employing a liquid helium flow-out port having specific shape thereby promoting flow of liquid helium through a superconducting field winding.

CONSTITUTION: Superconducting field windings 1 of a rotor constituting a superconducting generator contain superconducting coils 1A&sim;1D in saddle type slots 3 provided at the outer circumferential side of a winding shaft 2, where many liquid helium inlet ports 4 penetrating through the bottom of the slot 3 and the inner circumferential side of the winding shaft 2 are made in the winding shaft 2 and an outlet port 5 is made near the

end of winding. A liquid helium container 6 is fixed around the winding 1. The liquid helium outlet is made larger at a portion near to a magnetic pole where the flux density is high and decreased gradually toward the end of the winding. Consequently, flow of liquid helium through the winding is promoted.

COPYRIGHT: (C)1988, JPO&Japio

## ⑪ 公開特許公報 (A)

昭63-310367

⑤Int.Cl.  
H 02 K 55/04識別記号  
ZAA庁内整理番号  
8325-5H

⑬公開 昭和63年(1988)12月19日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

④発明の名称 超電導界磁巻線

②特願 昭62-145082

②出願 昭62(1987)6月12日

⑦発明者 沼田 征司 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑧出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑨代理人 弁理士 小川 勝男 外2名

## 明細書

## 1. 発明の名称

超電導界磁巻線

## 2. 特許請求の範囲

1. 卷線軸の外周側に設けた複数個の鞍形スロット内に、超電導線を巻回した鞍形の超電導コイルを複数個収納及び支持し、前記超電導コイルを取り囲むように、液体ヘリウム容器を前記卷線軸に取り付けた超電導界磁巻線において、

前記卷線軸の端部に外周側と内周側を貫通する液体ヘリウム流出孔を設け、前記超電導コイルを支持するウエッジの径方向貫通孔を卷線端部に近づくにつれて小さくし、前記液体ヘリウム流出孔と前記超電導コイルを取り囲むように前記液体ヘリウム容器を取り付けたことを特徴とする超電導界磁巻線。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は超電導発電機の超電導界磁巻線に係り、特に超電導界磁巻線の液体ヘリウムの流れによる

冷却の改善に関する。

## 〔従来の技術〕

従来の超電導界磁巻線の冷却は、特開昭57-202851号公報に記載のように、円筒状巻線軸の内周側に貯えられている液体ヘリウムが、遠心力作用で巻線軸内側から外側に貫通した流路を経て界磁巻線の外周側に流れたのち、各スロットの巻線内部クーリングチャンネルに分流してスロット底部に設けたヘリウム流出孔より巻線軸内側に戻ることにより行われていた。

## 〔発明が解決しようとする問題点〕

従来技術では、巻線軸内側で蒸発により冷却された液体ヘリウムは遠心力で流出孔より巻線内に向つて流れるので、巻線の内部から出てくる液体ヘリウムの流れと干渉し合い、巻線内部の液体ヘリウムの流れは悪い。このため、巻線の冷却が悪く、巻線導体の動きに基づく摩擦熱、超速応励磁及び外部擾乱による過渡時の発生熱で超電導界磁線はクエンチ(超電導破壊)を起こすことがあつた。

本発明の目的は、超電導界磁巻線の内部の液体ヘリウムの流れを良くすることによって、超電導界磁線がクエンチを起こさないようにすることにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、巻線軸の界磁巻線両端位置に巻線軸内側と外側を貫通する液体ヘリウムの流出孔を設け、各スロットの巻線を支持するウエッジに設ける液体ヘリウム流出孔の大きさを、磁極近傍の磁束密度の大きいところでは磁極から遠く磁束密度の小さいところよりも大きくし、かつ、巻線端部に近づくにつれて小さくすることにより達成される。

〔作用〕

回転子の回転によって巻線軸内側に貯液されている液体ヘリウムは、遠心力で前記した液体ヘリウム入口孔よりスロット内の超電導コイルに入り、クーリングチヤンネル及び巻線導体間の隙間を流れ、ウエッジの流出孔より出て巻線端部の流出孔に向つて流れ。ウエッジの流出孔は巻線端部に

近づくにつれて小さくなつてるので、流路抵抗は巻線端部に近づくにつれて大きくなり、巻線内部の液体ヘリウムは流路抵抗の小さい巻線中央部寄りのウエッジ流出孔にも分流するようになる。そのため、巻線内の液体ヘリウムの流れが良くなり、巻線の冷却が改善される。

巻線端部の流出孔近傍の液体ヘリウムは、巻線端からの侵入後によって温められるため、密度が幾分小さくなる。密度の小さい液体ヘリウムは遠心力作用で軸心に向うので、巻線端部の流出孔より巻線軸内側に戻る。このため、巻線内部から流れ出た液体ヘリウムは巻線端部の流出孔に向つて流れ、液体ヘリウムの循環が起り、巻線は冷却される。

〔実施例〕

第1図は超電導発電機を構成する回転子の一部分を示す。超電導界磁巻線1は巻線軸2の外周側に設けられた鞍形のスロット3内に超電導コイル1A, 1B, 1C, 1Dを収納し、各超電導コイルを接続して構成する。巻線軸2にはスロット3

の底部と巻線軸2の内周側を貫通する液体ヘリウムの入口孔4が多数設けられており、巻線端部近くに巻線軸2の外周側と内周側を貫通する液体ヘリウム出口孔5が設けられる。そして、液体ヘリウム容器6が超電導界磁巻線1を取り囲むように取り付けられる。液体ヘリウム容器6の外周側には真空層を介してダンパーがある。

第1図のII-II線に沿う断面を第2図に示す。超電導コイル1A, 1B, 1C, 1DはNbTi超電導線7を巻回し、導体間にクーリングチヤンネル8を設ける。超電導コイルの上、下には孔9の開いた絶縁物10を置き、側面には楔11を、外周側には径方向に孔12の開いたウエッジ13を打込んで超電導コイルが動かないようにしてある。ウエッジ13の孔12の大きさは図1に示すように、磁極14の近傍では大きく、巻線端部に近づくにつれて小さくなつている。

超電導界磁巻線1の冷却は、巻線軸2の内側に貯えられる液体ヘリウム15が遠心力で液体ヘリウム入口孔4からコイル内部に入り、クーリング

チヤンネル8を通つてウエッジ13の孔12からコイル外周側の流路16に流出し、巻線軸2の両端からの侵入熱による熱サイホン作用（温められた液体ヘリウムは密度が小さくなるので遠心力によつて軸心に向う）によつて液体ヘリウム流出孔に向つて流れ、この流れが循環することによつて行われる。

超電導コイル内の液体ヘリウムの流れを第3図に示す。液体ヘリウム流入口4、及び、コイル内部のクーリングチヤンネルがどの位置でも同じで、ウエッジ13の孔12の大きさを液体ヘリウム流出口に近づくにつれて小さくした場合、クーリングチヤンネルを流れる液体ヘリウムの流れはウエッジの孔12の流路抵抗の関係で矢印のように分流する。

本実施例の効果を従来例と比較検討した結果を第4図に示す。同図は縦軸に従来例を1.0とした場合の巻線電流密度をとり、横軸に従来例を1.0とした場合の磁界をとつて、磁界と電流密度との関係を示す。図から明らかなように、本実

施例の超電導界磁巻線の特性 P は、特性 Q に比べて巻線電流密度が大きく優れしており、線材の特性 R に近い特性になっている。すなわち、従来の超電導界磁巻線は巻線電流密度が 1 パーユニット (P.U.) でクエンチを起こすのに対し、本実施例の超電導界磁巻線では巻線電流密度が 1.3 パーユニットでクエンチを起こすようになる。このように本実施例の超電導界磁巻線の特性が向上したのは、巻線軸の端部に液体ヘリウムの流出孔を設けたことにより、熱サイホン作用が液体ヘリウムの流れに寄与したことと、ウエッジに設けた液体ヘリウム流出孔の大きさを巻線端部に近づくにつれて小さくしたことにより、巻線内部の流れに分流が起こり冷却が大幅に改善された効果による。

### 〔発明の効果〕

本発明によれば、超電導界磁巻線内部の液体ヘリウムの流れが良いので冷却性が向上し、電磁力及び遠心力で巻線導体が動いてもクエンチを起さず、安定度の高い高電流密度の超電導界磁巻線が得られる。

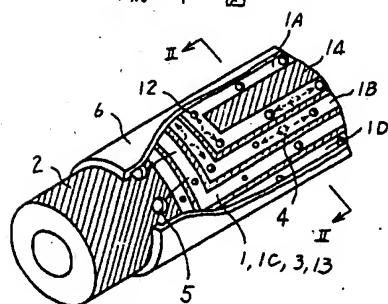
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の超電導界磁巻線周辺の一実施例を示す斜視図、第2図は第1図のII-II矢印断面図、第3図は超電導界磁巻線内部の液体ヘリウムの流れを示す図、第4図は本発明の超電導界磁巻線の一実施例と、従来例の巻線電流密度と磁界との関係を示す特性図である。

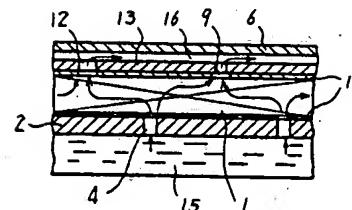
1 ⋯ 超電導界磁巻線、1 A, 1 B, 1 C, 1 D⋯  
鞍形超電導コイル。

代理人弁理士 小川勝男

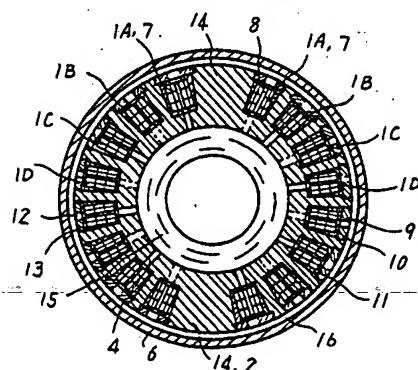
第五圖



第 3 四



第 2 四



第 4 図

